

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-043980

(43)Date of publication of application : 16.02.2001

(51)Int.Cl.

H05B 33/26

G09F 9/30

H05B 33/14

(21)Application number : 11-214458

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 29.07.1999

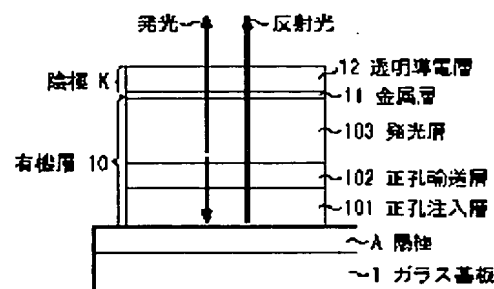
(72)Inventor : HIRANO TAKAYUKI
YAMADA JIRO
CHIBA YASUHIRO
ASANO SHIN

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT AND DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an organic electroluminescent element provided with an effective positive electrode structure on the lower surface side for effectively extracting light from a negative electrode on the upper surface side.

SOLUTION: This organic electroluminescent element comprises a positive electrode A, a negative electrode K and an organic layer 10 retained between them. The organic layer 10 includes an organic luminescent layer 103 for emitting light by the recombination of positive holes fed from the positive electrode A with electrons fed from the negative electrode K. The negative electrode K has a laminated structure of an extremely thin electron injection metal layer 11 and a transparent conductive layer 12, and is basically light-transmissive. The positive electrode A contains a metal belonging to the five or six group of the periodic table in at least a part abutting on the organic layer 10 and is basically light-reflective. The positive electrode metal is selected from chromium, molybdenum, tungsten, tantalum or niobium. The work function of the positive electrode metal is less than 4.8 eV.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.03.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the organic electroluminescent element characterized by including the metal which belongs to five groups of the periodic table, or six groups at the part to which said anode plate touches an organic layer at least in the organic electroluminescent element containing the organic luminous layer which emits light by the recombination of the electron hole to which it becomes from an anode plate, cathode, and the organic layer held among both, and said organic layer is supplied from this anode plate, and the electron supplied from this cathode.

[Claim 2] Said metal is an organic electroluminescent element according to claim 1 characterized by being chosen from chromium, molybdenum, a tungsten, a tantalum, and niobium.

[Claim 3] Said metal is an organic electroluminescent element according to claim 1 by which it is being [a work function / less than 4.8eV] characterized.

[Claim 4] Said anode plate is an organic electroluminescent element according to claim 1 characterized by a reflection factor being 40% or more.

[Claim 5] It is the organic electroluminescent element according to claim 1 which said anode plate is light reflex nature, and said cathode is light transmission nature and is characterized by emitting luminescence mainly from a cathode side.

[Claim 6] The organic electroluminescent element according to claim 5 characterized by carrying out the laminating of said cathode, said organic layer, and said anode plate to order from the top to a substrate.

[Claim 7] The scanning line for choosing a pixel and the data line which gives the brightness information for driving a pixel are arranged in the shape of a matrix. Each pixel The organic electroluminescent element which emits light according to the amount of currents supplied, The first active element which has the function which writes in a pixel the brightness information which was controlled by the scanning line and given from the data line, The second active element which has the function which controls the amount of currents supplied to this organic electroluminescent element according to this ***** rare ***** is included. The writing of the brightness information to each pixel It is carried out by impressing the electrical signal according to brightness information to the data line, where the scanning line is chosen. In the display which can maintain luminescence by the brightness according to the brightness information by which the brightness information written in each pixel was held at each pixel even after the scanning line was un-choosing, and the organic electroluminescent element of each pixel was held Said organic electroluminescent element consists of an anode plate, cathode, and an organic layer held among both. It is the display characterized by for said organic layer containing the organic luminous layer which emits light by the recombination of the electron hole supplied from this anode plate, and the electron supplied from this cathode, and said anode plate containing the metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups in the part which touches this organic layer at least.

[Claim 8] Said metal is a display according to claim 7 characterized by being chosen from chromium, molybdenum, a tungsten, a tantalum, and niobium.

[Claim 9] Said metal is a display according to claim 7 by which it is being [a work function / less than 4.8eV] characterized.

[Claim 10] Said anode plate is a display according to claim 7 characterized by a reflection factor being 40% or more.

[Claim 11] It is the display according to claim 7 which said anode plate is light reflex nature, and said cathode is light transmission nature and is characterized by emitting luminescence mainly from a cathode side.

[Claim 12] It is the display according to claim 11 which accumulation formation of each pixel is carried out on the substrate, and is characterized by the organic electroluminescent element contained in each pixel carrying out the laminating of cathode, an organic layer, and the anode plate to order from a top to this substrate.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the organic electroluminescent element which can take out luminescence by the cathode side of a component.

[0002]

[Description of the Prior Art] Since the electroluminescent element (it is hereafter written as an EL element.) using electroluminescence has the descriptions, such as excelling in shock resistance since visibility is high and it is a perfect solid-state component because of self-luminescence, the use as a light emitting device in various displays attracts attention.

[0003] There are an inorganic EL element which uses an inorganic compound as a luminescent material, and an organic EL device using an organic compound in an EL element. Among these, since the miniaturization which made driver voltage low sharply is easy for an organic EL device, the utilization research is positively made as a next-generation display device. The configuration in which the configuration of an organic EL device forms a transparency anode plate on the substrate using a glass plate etc. on the basis of the laminating of an anode plate / luminous layer / cathode is usually adopted. In this case, luminescence is taken out at a substrate side.

[0004] By the way, the attempt which makes cathode transparency and takes out luminescence from a cathode side by the reason below recent years is made. First, if an anode plate is also made into transparency with cathode, a light emitting device transparent as a whole will be made. Colors arbitrary as a background color of a transparent light emitting device can be adopted, it becomes possible to consider also except the time of luminescence as a colorful display, and fanciness is improved. When black is adopted as a background color, the contrast at the time of luminescence improves. Next, when using a color filter and a color conversion layer, these can be placed on a light emitting device. For this reason, a component can be manufactured, without taking these layers into consideration. As the advantage, in case an anode plate is made to form, substrate temperature can be made high, and thereby, the resistance of an anode plate can be lowered.

[0005] Since the above advantages are acquired by making cathode into transparency, the attempt which creates the organic EL device using transparency cathode is made. For example, the organic layer in which the organic EL device indicated by JP,10-162959,A contains an organic luminous layer between an anode plate and cathode intervenes, and cathode is constituted by the electron injection metal layer and the amorphous transparency conductive layer, and is realized with the configuration that moreover an electron injection metal layer touches an organic layer. In order to clarify the background of this invention, these configurations are explained briefly below.

[0006] First, the amorphous transparency conductive layer which constitutes cathode in an organic EL device is explained. This amorphous transparency conductive layer is amorphous, and be [what is necessary / just although it has transparency], it is desirable that resistivity is 5×10^{-4} or less ohm-cm because of exclusion of the heterogeneity of luminescence resulting from a voltage drop and it. Moreover, as the quality of the material, the oxide film of an In-Zn-O system is desirable. Here, the oxide film of an In-Zn-O system is transparency electric conduction film which consists of amorphous oxide which contains an indium (In) and zinc (Zn) as a main cation element.

[0007] Next, an electron injection metal layer is explained. An electron injection metal layer is a layer of the metal whose electron injection is possible for the organic layer containing a luminous layer good, in order to obtain a transparency light emitting device, it is desirable that light transmission is 50% or more, and it is desirable for that to use thickness as an about 0.5-20nm super-thin film. The layer to which the work function set thickness to 1nm - 20nm, using a metal (metal of electron injection nature) 3.8eV or less, for example, Mg, calcium, Ba, Sr, Li, Yb, Eu, Y, Sc, etc., as an electron injection metal layer can be mentioned. In this case, the configuration which gives 60% or more of especially light transmission is desirable 50% or more.

[0008] The organic layer which intervenes between an anode plate and cathode contains a luminous layer at least. An organic layer may be a layer which consists only of a luminous layer, and may be the thing of the multilayer structure which carried out the laminating of the hole-injection transportation layer etc. with the

luminous layer. In the organic EL device, an organic layer provides the interior of a luminous layer with the place of the recombination of the function to in which an electron hole can be poured in by the anode plate or the electron hole transportation layer at the time of (1) electric-field impression, and an electron can be poured into it from an electronic injection layer, the transportation function, to which the charge (an electron and electron hole) which carried out (2) impregnation is moved by the force of electric field, (3) electrons, and an electron hole, and has the luminescence function tie this to luminescence etc. A hole-injection transportation layer is a layer which consists of an electron hole transfer compound, it has the function to transmit the electron hole poured in from the anode plate to a luminous layer, and many electron holes are poured into a luminous layer by lower electric field by making this hole-injection transportation layer intervene between an anode plate and a luminous layer. Moreover, the electron poured into the luminous layer from the electronic injection layer is accumulated near the interface in this luminous layer with the obstruction of the electron which exists in the interface of a luminous layer and a hole-injection transportation layer, raises the luminous efficiency of an EL element, and let it be the EL element which was excellent in the luminescence engine performance.

[0009] If, as for an anode plate, a work function shows conductivity 4.8eV or more, there will be especially no limit. That with which the work function combined a metal 4.8eV or more, the transparence electric conduction film (conductive oxide film), or these is desirable. An anode plate may coat a carbon layer that it does not necessarily need to be transparent and black etc. As a suitable metal, Au, Pt, nickel, and Pd can be mentioned and In-Zn-O, In-Sn-O, ZnO-aluminum, and Zn-Sn-O can be mentioned as a conductive oxide, for example. Moreover, as a layered product, the layered product of Au and In-Zn-O, the layered product of Pt and In-Zn-O, and the layered product of In-Sn-O and Pt can be mentioned, for example. Moreover, as long as an interface with an organic layer is 4.8eV or more of work functions, since it is good, an anode plate may make an anode plate a bilayer and may use the conductive film of 4.8eV or less of work functions for the side which does not touch an organic layer. In this case, alloys, such as metals and aluminum alloys, such as aluminum, Ta, and W, and a Ta-W alloy, can be used. Moreover, microcrystals, such as amorphous semiconductors, such as conductive polymers, such as the doped poly aniline and doped polyphenylene vinylene, and alpha-Si, alpha-SiC, alpha-C, muC-Si, and muC-SiC, etc. can be used. furthermore, Cr 2O3 which is the oxide of black semi-conductor nature, Pr 2O5, NiO, Mn 2O5, and MnO2 etc. -- it can use.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, the technique which takes out light from a cathode side is indicated by JP,10-162959,A by forming cathode by the ultra-thin electron injection metal layer and the amorphous transparence conductive layer. The improvement of as opposed to an anode plate with a deer is not made. That is, in order to take out light efficiently from the cathode by the side of a top face, there is no description about the anode plate by the side of an effective inferior surface of tongue. It is only being described that it is possible to use the metal in which the conductivity of 4.8eV or more of work functions is shown, the transparence electric conduction film, or its combination in the anode plate. Au, Pt, nickel, and Pd are raised as a suitable metal. However, these metals cannot say adhesion with an organic layer with fitness, but tend to generate a dark spot (nonluminescent point) and uneven luminescence. Furthermore, the ultra-fine processing technology of these metals is not established, but highly minute patterning is difficult.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order that this invention may take out light efficiently from the cathode by the side of a top face in view of the technical problem of a Prior art mentioned above, it aims at offering the organic electroluminescent element equipped with the anode plate configuration by the side of an effective inferior surface of tongue. The following means were provided in order to attain this purpose. That is, it consists of an anode plate, cathode, and an organic layer held among both, and said anode plate is characterized by including the metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups in the part which touches an organic layer at least in the organic electroluminescent element containing the organic luminous layer which emits light by the recombination of the electron hole to which said organic layer is supplied from this anode plate, and the electron supplied from this cathode. Preferably, said metal is chosen from chromium, molybdenum, a tungsten, a tantalum, and niobium. Moreover, the work function of said metal is less than 4.8eV. Moreover, the reflection factor of said anode plate is 40% or more. Said anode plate is light reflex nature, said cathode is light transmission nature and luminescence is emitted mainly from a cathode side. Preferably, the laminating of said cathode, said organic layer, and said anode plate is carried out to order from the top to the substrate.

[0012] This invention also includes the display which used for the pixel the organic electroluminescent element mentioned above. The data line with which the display concerning this invention gives the scanning line for choosing a pixel fundamentally and the brightness information for driving a pixel is arranged in the shape of a matrix. Namely, each pixel The organic electroluminescent element which emits light according to the amount of currents supplied, The first active element which has the function which writes in a pixel the brightness information which was controlled by the scanning line and given from the data line, The second active element which has the function which controls the amount of currents supplied to this organic electroluminescent

element according to this ***** rare ***** is included. The writing of the brightness information to each pixel is carried out by impressing the electrical signal according to brightness information to the data line, where the scanning line is chosen. The brightness information written in each pixel is held at each pixel, even after the scanning line is un-choosing, and the organic electroluminescent element of each pixel can maintain luminescence by the brightness according to the held brightness information. Said organic electroluminescent element consists of an anode plate, cathode, and an organic layer held among both, and said organic layer contains the organic luminous layer which emits light by the recombination of the electron hole supplied from this anode plate, and the electron supplied from this cathode. As a description matter, said anode plate contains the metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups in the part which touches this organic layer at least. Preferably, said metal is chosen from chromium, molybdenum, a tungsten, a tantalum, and niobium. Moreover, the work function of said metal is less than 4.8eV. Moreover, the reflection factor of said anode plate is 40% or more. Said anode plate is light reflex nature, said cathode is light transmission nature and luminescence is emitted mainly from a cathode side. Accumulation formation of each pixel is carried out on the substrate, and the organic electroluminescent element contained in each pixel carries out the laminating of cathode, an organic layer, and the anode plate to order from a top to this substrate.

[0013] According to this invention, the anode plate of an organic electroluminescent element consists of a metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups. Refractory metals, such as chromium, and molybdenum, a tungsten, a tantalum, niobium, are contained in these metals. The work function of these metals is less than 4.8eV, for example, chromium is become to 4.5eV and the tungsten has become 4.6eV. Moreover, a reflection factor is 40% or more. Metals (Au, Pt, nickel, Pd, etc.) with a as high work function as 4.8eV or more have been used from the need of supplying an electron hole as an anode plate conventionally. The metals (Cr, Mo, W, Ta, Nb, etc.) which replace with this and belong to five groups with a lower work function or six groups are used for this invention. Even if it was a metal belonging to five groups or six groups, it has checked that an electron hole could fully be supplied. . Rather, compared with gold (Au) etc., the defect is excellent also in workability few and chromium (Cr) etc. is synthetically excellent in it as an anode material of an organic electroluminescent element.

[0014]

[Embodiment of the Invention] With reference to a drawing, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail below. Drawing 1 is the sectional view showing the fundamental configuration of the organic electroluminescent element concerning this invention. This organic electroluminescent element consists of an anode plate A, cathode K, and an organic layer 10 held among both so that it may illustrate. The organic layer 10 contains the organic luminous layer 103 which emits light by the recombination of the electron hole supplied from an anode plate A, and the electron supplied from Cathode K. Furthermore, the hole injection layer 101 and the electron hole transportation layer 102 are included. Cathode K is the laminated structure of the ultra-thin electron injection metal layer 11 and the transparence conductive layer 12. As a description matter, an anode plate A contains the metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups in the part which touches an organic layer 10 at least. Preferably, an anode metal is chosen from chromium, molybdenum, a tungsten, a tantalum, and niobium. Moreover, the work function of an anode metal is less than 4.8eV. For example, chromium is become to 4.5eV and the tungsten has become 4.6eV. The reflection factor of the anode plate A which consists of these metals is 40% or more. That is, an anode plate A is light reflex nature, Cathode K is light transmission nature and luminescence is emitted mainly from Cathode K side. The laminating of Cathode K, an organic layer 10, and the anode plate A is carried out to order from the top to the substrate 1. In addition, an anode plate A may be others, a laminating, or an alloy. [pure metal / monolayer] What is necessary is fundamentally, just to include the metal belonging to five groups of the periodic table, or six groups in the part which touches an organic layer 10. Anode plates A are a metal, alloys, or these layered products.

[0015] For example, when chromium was formed by 200nm of thickness as an anode plate A on the glass substrate 1 and the reflection factor was measured, it was 67% on the wavelength of 460nm. Moreover, the ultra-thin electron injection metal layer 11 which consists of an alloy of Mg:Ag was formed by 10nm of thickness as cathode K, and 200nm of transparence conductive layers 12 was formed further in piles. It was 53% when the permeability of this laminating cathode K was measured on the wavelength of 460nm. When the electrical potential difference of 8V was impressed between the anode plate-cathode of the organic EL device formed like illustration using these anode plates A and Cathode K, the current of 20 mA/cm² was observed and the luminescence brightness of 900 cd/m² was observed from Cathode K side. The considerable amount of luminescence which went in the direction of anode plate A is reflected, and it reverses, and emanates from Cathode K side. The good carrier impregnation property and the luminescence property were able to be checked. Moreover, the dark spot was not seen in a luminescence side.

[0016] As an example of a comparison, the organic EL device shown in drawing 2 was created. It is the same as that of the structure fundamentally shown in drawing 1 , and the corresponding reference number is given to the corresponding part. A different point produced the organic EL device for the anode plate A as ITO of the

transparence electric conduction film. Thus, although the current of 23 mA/cm² was observed when the electrical potential difference of 8V was impressed between the anode plate-cathode of the produced organic EL device, the luminescence brightness from Cathode K side was small compared with the organic EL device of 250 cd/m² and drawing 1. Having been emitted to the glass substrate 1 side, without luminescence spread in the direction of anode plate A hardly reflecting is shown. Since the organic EL device manufactured by this invention can take out efficiently luminescence generated in the organic luminous layer 103 from a top face, it can obtain good top-face luminescence, so that clearly from the above comparison result.

[0017] Hereafter, the manufacture approach of the organic EL device applied to this invention with reference to drawing 3 thru/or drawing 6 is explained to a detail. In this example, chromium was used as an anode plate which consists of a metal. The work function of chromium is 4.5eV. As shown in drawing 3, chromium (Cr) is formed by DC sputtering by 200nm of thickness on a glass substrate 1. Using an argon (Ar) as sputtering gas, the pressure was set to 0.2Pa and DC output was set to 300W. Patterning is carried out to a predetermined configuration using the usual lithography technique. It is processed using ETCH-1 (Sanyo Chemical Industries, Ltd. make) as an etching reagent. The anode plate A of a predetermined configuration is obtained. Chromium is processible with high degree of accuracy and sufficient repeatability with said etching reagent. Furthermore, when process tolerance is required, processing by dry etching is also possible. As etching gas, the mixed gas of chlorine (Cl₂) and oxygen (O₂) can be used. If reactive ion etching (RIE) is used especially, highly precise processing can be performed and control of the configuration of an etching side is possible. If it etches on condition that predetermined, taper-like processing is possible and the short-circuit between cathode-anode plates can be reduced.

[0018] Next, as shown in drawing 4, an insulating layer 15 is formed on the substrate 1 with which chromium was processed into the predetermined pattern. Although especially limitation does not have the ingredient used for an insulating layer 15, the silicon dioxide (SiO₂) is used in this example. SiO₂ is formed in 200nm of thickness by sputtering. There is especially no limitation in the membrane formation approach. Using the usual lithography technique, SiO₂ is processed so that opening may be prepared on chromium. The mixed liquor of fluoric acid and ammonium fluoride can be used for etching of SiO₂. Again, Processing by dry etching is also possible. Said opening becomes a part for the light-emitting part of an organic EL device. In addition, although said insulating layer 15 is not indispensable to this invention, installing is desirable in order to prevent the short-circuit between anode plate-cathode.

[0019] Then, as shown in drawing 5, chromium and the glass substrate 1 with which SiO₂ was formed are put into a vacuum evaporation system, and an organic layer 10 and the metal layer 11 of Cathode K are formed by vacuum evaporatio. As a hole injection layer 101, the bis(N-naphthyl)-N-phenyl benzidine (alpha-NPD) was used for the organic layer 10 as 4, 4', and a 4''-tris (3-methylphenyl phenylamino) triphenylamine (MTDATA) and the electron hole transportation layer 102, and the eight-quinolinol aluminum complex (Alq) was used for it as a luminous layer 103 here. The alloy (Mg:Ag) of magnesium and silver was used for the metal layer 11 of Cathode K. Each ingredient belonging to an organic layer 10 fills up the boat for resistance heating with 0.2g, respectively, and attaches it in the predetermined electrode of a vacuum evaporation system. The magnesium of the metal layer 11 fills up 0.1g with 0.4g, a boat is filled up with silver, and it attaches in the predetermined electrode of a vacuum evaporation system. After decompressing a vacuum chamber up to 1.0x10⁻⁴ Pa, an electrical potential difference is impressed, sequential heating is carried out and each boat is made to vapor-deposit. Vacuum evaporatio was made to vapor-deposit the metal layer 11 which only a predetermined part becomes from an organic layer 10 and Mg:Ag by using a metal mask. A predetermined part is a part which chromium has exposed on a substrate 1. Since it was difficult to vapor-deposit with high precision only into the part which has exposed chromium, the vacuum evaporatio mask was designed so that the whole part which has exposed chromium might be covered (the edge of an insulating layer 15 is started like). First, as a hole injection layer 101, alpha-NPD was vapor-deposited as 30nm and an electron hole transportation layer 102, and 50nm of Alq(s) was vapor-deposited for MTDATA as 20nm and a luminous layer 103. Furthermore, Mg:Ag is formed as a metal layer 11 of Cathode K on an organic layer 10 by performing vapor codeposition of magnesium and silver. Magnesium and silver are setting the ratio of a membrane formation rate to 9:1. Thickness of Mg:Ag was set to 10nm.

[0020] Finally, as shown in drawing 6, it moves to another vacuum chamber and the transparence conductive layer 12 is formed through the same mask. DC sputtering is used for membrane formation. At this example, the transparence electric conduction film of an In-Zn-O system in which good conductivity is shown is used by room temperature membrane formation as a transparence conductive layer 12. Membrane formation conditions were set to the mixed gas (volume ratio Ar:O₂ = 1000:5) of an argon and oxygen, the pressure of 0.3Pa, and DC output 40W as sputtering gas. Membranes were formed by 200nm of thickness.

[0021] As the ingredient of an anode plate A. A tungsten besides chromium may be used. In this case, a tungsten (W) is formed by DC sputtering by 200nm of thickness on a glass substrate. Using an argon (Ar) as sputtering gas, the pressure was set to 0.2Pa and DC output was set to 300W. Then, patterning processing was carried out by dry etching. CF₄ or SF₆ can be used as etching gas. If reactive ion etching (RIE) is used

especially, highly precise processing can be performed and control of the configuration of an etching side is possible. If it etches on condition that predetermined, taper-like processing is possible and the short-circuit between cathode-anode plates can be reduced. The next process is the same as the case of chromium.

[0022] Next, the appearance property of an organic EL device is explained with reference to drawing 7 thru/or drawing 10. Drawing 7 picturizes the luminescence side of the example which used chromium (Cr) as an anode plate A. A luminescence side is 2mm angle and a dark spot (nonluminescent point) is accepted slightly. Drawing 8 picturizes the luminescence side at the time of using a tungsten (W) as an anode plate A. Similarly, a dark spot (nonluminescent point) is accepted slightly. Drawing 9 picturizes the luminescence side of the example of reference which used ITO as an anode plate A, and a considerable dark spot (nonluminescent point) is accepted. Drawing 10 picturizes the luminescence side of the example of reference which used gold (Au) as an anode plate A, and a lot of dark spots (nonluminescent point) are accepted. This is because the adhesion of gold and an organic layer is bad.

[0023] The display which finally used the organic EL device concerning this invention for the pixel is explained. An image is displayed by arranging many pixels in in the shape of a matrix, and generally, controlling optical reinforcement by the display of a active-matrix mold for every pixel according to the given brightness information. When liquid crystal is used as electrooptic material, the permeability of a pixel changes according to the electrical potential difference written in each pixel. The actuation also with the fundamental display of the active-matrix mold using the organic electroluminescence ingredient as electrooptic material is the same as that of the case where liquid crystal is used. However, unlike a liquid crystal display, an organic electroluminescence display is a spontaneous light type which has a light emitting device in each pixel, and has an advantage, like a back light with the high visibility of an image has needlessness and a quick speed of response compared with a liquid crystal display. The brightness of each light emitting device is controlled by the amount of currents. That is, in that a light emitting device is a current drive mold or a current control mold, a liquid crystal display etc. is large and it differs.

[0024] A passive matrix and an active matrix are possible also for an organic electroluminescence display as the drive method like a liquid crystal display. Although structure of the former is simple, since implementation of a large-sized and high definition display is difficult, development of an active matrix is performed briskly. An active matrix is controlled by the active element (generally it may call the thin film transistor which is a kind of an insulated gate field effect transistor, and Following TFT) which prepared the current which flows to the organic EL device formed in each pixel in the interior of a pixel. The equal circuit for 1 pixel is shown in drawing 11 about the organic electroluminescence display of this active matrix. Pixel PXL consists of organic EL device OLED, the thin film transistor TFT1 as the first active element, a thin film transistor TFT2 as the second active element, and retention volume Cs. Since an organic EL device has a rectifying action in many cases, it may be called OLED (organic light emitting diode), and uses the notation of diode by a diagram. In the example of illustration, the source S of TFT2 is made into a reference potential (touch-down potential), and while the cathode K of OLED is connected to Vdd (power-source potential), the anode plate A is connected to the drain D of TFT2. On the other hand, the gate G of TFT1 is connected to the scanning line X, Source S is connected to data-line Y, and Drain D is connected to the gate G of retention volume Cs and TFT2.

[0025] In order to operate PXL, first, the scanning line X is made into a selection condition, if the data potential Vdata which expresses brightness information to data-line Y is impressed, TFT1 flows, retention volume Cs charges or discharges, and the gate potential of TFT2 is in agreement with the data potential Vdata. If the scanning line X is made into the condition of not choosing, TFT1 becomes off, and although TFT2 is electrically separated from data-line Y, the gate potential of TFT2 will be held with retention volume Cs at stability. The current which flows to organic EL device OLED through TFT2 serves as a value according to the gate / electrical potential difference Vgs between the sources of TFT2, and OLED continues emitting light by the brightness according to the amount of currents supplied from TFT2.

[0026] As mentioned above, once it writes in Vdata, by the circuitry of the pixel PXL shown in drawing 11, OLED will continue luminescence by fixed brightness for one frame until it is rewritten next. If a majority of such pixels PXL are arranged in the shape of a matrix like drawing 12, a active-matrix mold display can be constituted. As shown in drawing 12, the scanning line X1 for this display to choose Pixel PXL thru/or XN, and data-line Y that gives the brightness information (data potential Vdata) for driving Pixel PXL are arranged in the shape of a matrix. While the scanning line X1 thru/or XN are connected to the scanning-line drive circuit 21, data-line Y is connected to the data-line drive circuit 22. A desired image can be displayed by repeating the writing of data-line Y to Vdata by the data-line drive circuit 22, making sequential selection of the scanning line X1 thru/or the XN by the scanning-line drive circuit 21. With the display of a passive-matrix mold, with the active-matrix mold display shown in drawing 12 to emitting light only at the moment of being chosen, in order that the organic EL device of each pixel PXL may continue luminescence also even for after write-in termination, the light emitting devices contained in each pixel PXL are points -- compared with a passive-matrix mold, the peak brightness (peak current) of an organic EL device can be lowered -- and become advantageous

on a high definition, especially large-sized display.

[0027] Drawing 13 expresses typically the cross-section structure of the pixel PXL shown in drawing 11 .

However, in order to make illustration easy, only TFT2 is expressed as OLED. OLED piles up an anode plate A, an organic layer 10, and Cathode K in order. It has dissociated for every pixel, and an anode plate A consists of chromium according to this invention, and is light reflex nature fundamentally. Common connection is made between pixels, for example, Cathode K is the laminated structure of the metal layer 11 and the transporence conductive layer 12, and is light transmission nature fundamentally. If the electrical potential difference (about 10V) of the forward direction is impressed between anode plate A / cathode K of OLED which has this configuration, impregnation of carriers, such as an electron and an electron hole, will take place, and luminescence will be observed. Actuation of OLED is considered to be luminescence by the exciton formed with the electron poured in from the electron hole and Cathode K which were poured in from the anode plate A.

[0028] On the other hand, TFT2 consists of the gate electrode 2 formed on the substrate 1 which consists of glass etc., gate dielectric film 3 put on that top face, and a semi-conductor thin film 4 piled up above the gate electrode 2 through this gate dielectric film 3. This semi-conductor thin film 4 consists for example, of a polycrystalline silicon thin film. TFT2 is equipped with Source S, Channel Ch, and Drain D used as the path of the current supplied to OLED. Channel Ch is exactly located in right above [of the gate electrode 2]. TFT2 of this bottom gate structure is covered with the interlayer insulation film 5, and the source electrode 6 and the drain electrode 7 are formed on it. On these, OLED mentioned above through another interlayer insulation film 9 is formed.

[0029]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, the light generated in the luminous layer can be efficiently taken out from the up electrode side which is cathode. By using a metal with a reflection factor higher than the transporence electric conduction film for an anode plate, the light transmitted to the anode plate side is reflected, and it takes out from an up electrode side. Moreover, good luminous efficiency is acquired in this invention. There is hole-injection effectiveness of the case where the transporence electric conduction film (for example, ITO) is used for an anode plate, and an abbreviation EQC. Furthermore, there is little generating of the dark spot (nonluminescent point) seen at the time of luminescence. In addition, it is possible to perform patterning of an anode plate with high precision. It is possible to manufacture a highly minute display easily. Furthermore, structure and a process are simple. Although reflecting layers, such as a metal, can also be put into the bottom of it when an anode plate is set to ITO like the former, structure and a process become complicated from this invention. Moreover, since it is possible to take out light from a top-face electrode side efficiently, TFT can produce an organic EL device with a high numerical aperture on a formation **** glass substrate, for example. Since TFT does not let light pass when taking out light from a lower electrode, a numerical aperture can be obtained only several%. Therefore, it is possible to produce the display of a highly efficient active matrix using an organic EL device by this invention.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view showing the fundamental configuration of the organic EL device concerning this invention.

[Drawing 2] It is the sectional view showing the configuration of the organic EL device concerning the example of reference.

[Drawing 3] It is process drawing showing the manufacture approach of the organic EL device concerning this invention.

[Drawing 4] It is process drawing showing the manufacture approach of the organic EL device concerning this invention similarly.

[Drawing 5] It is process drawing showing the manufacture approach of the organic EL device concerning this invention similarly.

[Drawing 6] It is process drawing showing the manufacture approach of the organic EL device concerning this invention similarly.

[Drawing 7] It is the expansion top view showing the luminescence side of an organic EL device.

[Drawing 8] Similarly, it is the expansion top view showing the luminescence side of an organic EL device.

[Drawing 9] Similarly, it is the expansion top view showing the luminescence side of an organic EL device.

[Drawing 10] Similarly, it is the expansion top view showing the luminescence side of an organic EL device.

[Drawing 11] It is the representative circuit schematic showing 1 pixel of the display concerning this invention.

[Drawing 12] It is the block diagram showing the whole indicating-equipment configuration concerning this invention.

[Drawing 13] It is the sectional view showing the structure of the display concerning this invention.

[Description of Notations]

1 [... A transparency conductive layer, 15 / ... An insulating layer, 103 / ... A luminous layer, A / ... An anode plate, K / ... Cathode] ... A glass substrate, 10 ... An organic layer, 11 ... A metal layer, 12

[Translation done.]

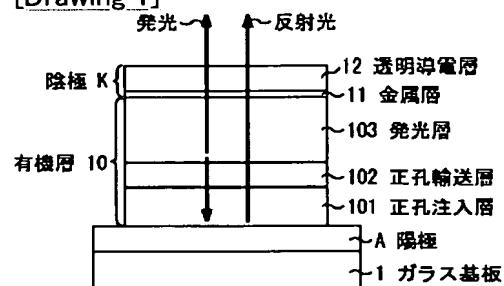
* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

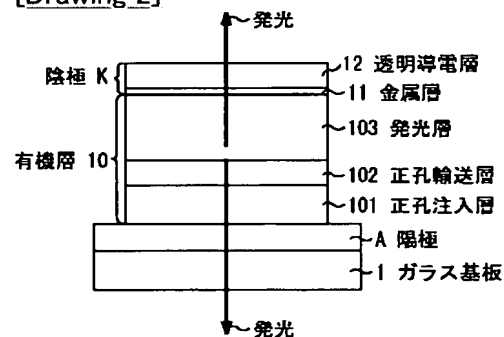
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

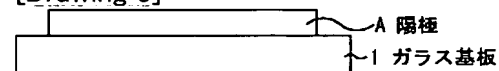
[Drawing 1]



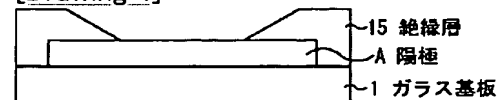
[Drawing 2]



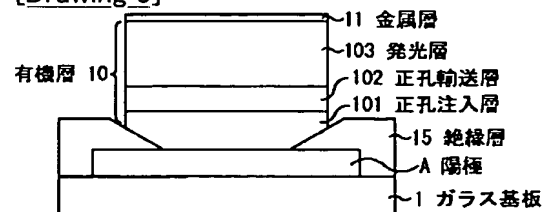
[Drawing 3]



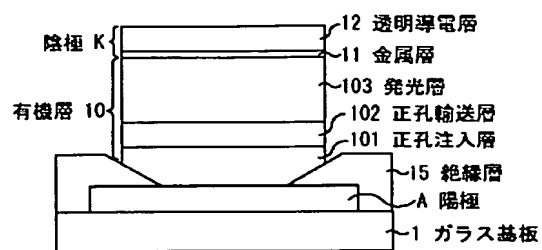
[Drawing 4]



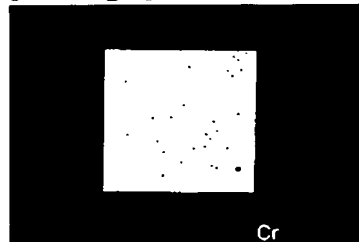
[Drawing 5]



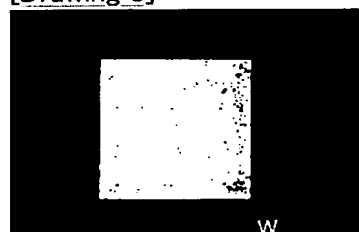
[Drawing 6]



[Drawing 7]



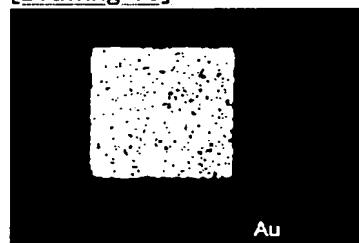
[Drawing 8]



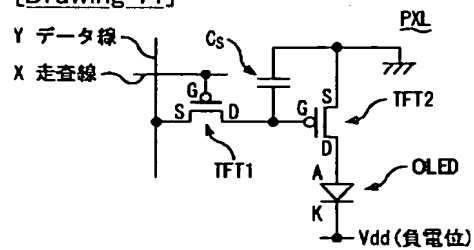
[Drawing 9]



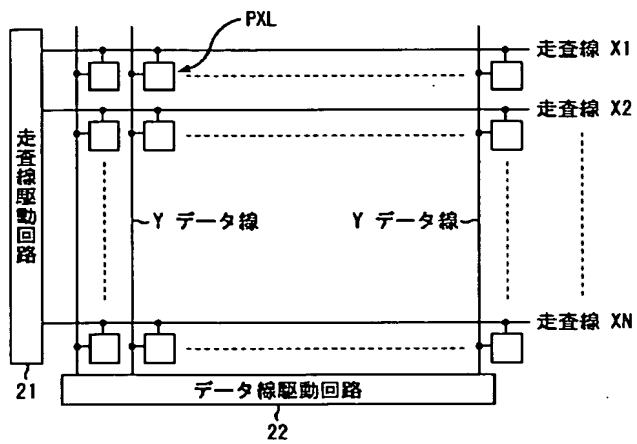
[Drawing 10]



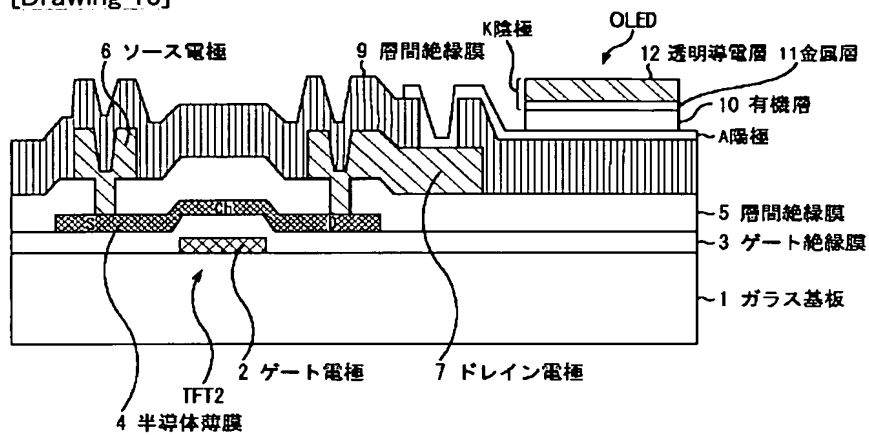
[Drawing 11]



[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-43980

(P2001-43980A)

(43) 公開日 平成13年2月16日 (2001.2.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 5 B 33/26		H 0 5 B 33/26	Z 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	3 6 5	G 0 9 F 9/30	3 6 5 D 5 C 0 9 4
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-214458

(22) 出願日 平成11年7月29日 (1999.7.29)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 平野 貴之

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(72) 発明者 山田 二郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74) 代理人 100092336

弁理士 鈴木 晴敏

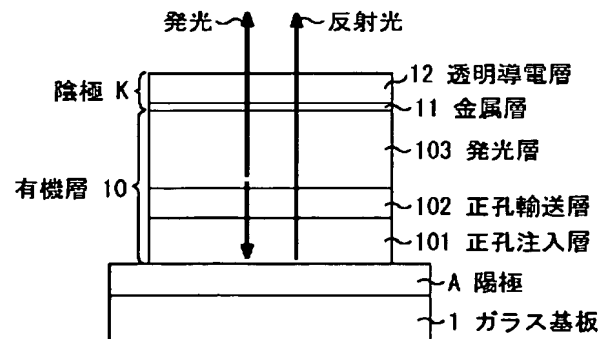
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子及び表示装置

(57) 【要約】

【課題】 上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極構成を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供する。

【解決手段】 有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極Aと、陰極Kと、両者の間に保持された有機層10とからなる。有機層10は陽極Aから供給される正孔と陰極Kから供給される電子との再結合によって発光する有機発光層103を含んでいる。陰極Kは極薄の電子注入金属層11と透明導電層12の積層構造であり、基本的に光透過性である。陽極Aは、少なくとも有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含み、基本的に光反射性である。陽極金属はクロム、モリブデン、タンゲステン、タンタル及びニオブから選択される。陽極金属の仕事関数が4.8 e V未満である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記陽極は、少なくとも有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択されたことを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 前記金属は仕事関数が4.8 eV未満であること特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 前記陽極は反射率が40%以上であることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出されることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 上から順に、前記陰極、前記有機層及び前記陽極が基板に対して積層されていることを特徴とする請求項5記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 画素を選択するための走査線と、画素を駆動するための輝度情報を与えるデータ線とがマトリクス状に配設され、

各画素は、供給される電流量に応じて発光する有機エレクトロルミネッセンス素子と、走査線によって制御され且つデータ線から与えられた輝度情報を画素に書き込む機能を有する第一の能動素子と、該書き込まれた輝度情報に応じて該有機エレクトロルミネッセンス素子に供給する電流量を制御する機能を有する第二の能動素子とを含み、

各画素への輝度情報の書き込みは、走査線が選択された状態で、データ線に輝度情報に応じた電気信号を印加することによって行われ、

各画素に書き込まれた輝度情報は走査線が非選択となった後も各画素に保持され、各画素の有機エレクトロルミネッセンス素子は保持された輝度情報に応じた輝度で発光を維持可能な表示装置において、

前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでおり、

前記陽極は、少なくとも該有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とす

る表示装置。

【請求項8】 前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択されたことを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項9】 前記金属は仕事関数が4.8 eV未満であること特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項10】 前記陽極は反射率が40%以上であることを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項11】 前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出されることを特徴とする請求項7記載の表示装置。

【請求項12】 各画素は基板の上に集積形成されており、各画素に含まれる有機エレクトロルミネッセンス素子は該基板に対して上から順に、陰極、有機層及び陽極を積層したものであることを特徴とする請求項11記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発光を素子の陰極側で取り出すことができる有機エレクトロルミネッセンス素子に関する。

【0002】

【従来の技術】電界発光を利用したエレクトロルミネッセンス素子（以下、EL素子と略記する。）は、自己発光のため視認性が高く、かつ完全固体素子であるため、耐衝撃性に優れるなどの特徴を有することから、各種表示装置における発光素子としての利用が注目されている。

【0003】EL素子には、発光材料として無機化合物を用いる無機EL素子と、有機化合物を用いる有機EL素子とがある。このうち、有機EL素子は、駆動電圧を大幅に低くした小型化が容易であるため、次世代の表示素子としてその実用化研究が積極的になされている。有機EL素子の構成は、陽極／発光層／陰極の積層を基本とし、ガラス板等を用いた基板上に、透明陽極を形成する構成が通常採用されている。この場合、発光は基板側に取り出される。

【0004】ところで、近年以下の理由で、陰極を透明にして発光を陰極側から取り出す試みがなされている。まず、陰極と共に陽極も透明にすれば、全体として透明な発光素子ができる。透明な発光素子の背景色として任意な色が採用でき、発光時以外もカラフルなディスプレイとすることが可能となり、装飾性が改良される。背景色として黒を採用した場合には、発光時のコントラストが向上する。次に、カラーフィルタや色変換層を用いる場合は、発光素子の上にこれらを置くことができる。このため、これらの層を考慮することなく素子を製造することができる。その利点として、例えば、陽極を形成させる際に基板温度を高くすることができ、これにより陽極の抵抗値を下げることができる。

【0005】陰極を透明にすることにより、上記のような利点が得られるため、透明陰極を用いた有機EL素子を作成する試みがなされている。例えば、特開平10-162959号公報に開示された有機EL素子は、陽極と陰極との間に有機発光層を含む有機層が介在しており、陰極は電子注入金属層と非晶質透明導電層とによって構成されており、しかも電子注入金属層が有機層と接するという構成で成り立っている。本発明の背景を明らかにする為、以下に、これらの構成について簡潔に説明する。

【0006】まず、有機EL素子において陰極を構成する非晶質透明導電層について説明する。この非晶質透明導電層は、非晶質であって透明性を有するものであればよいが、電圧降下とそれに起因する発光の不均一性の排除のため、比抵抗値が $5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下であることが好ましい。また、材質としては、 In-Zn-O 系の酸化物膜が好ましい。ここで、 In-Zn-O 系の酸化物膜とは、主要カチオン元素としてインジウム（ In ）及び亜鉛（ Zn ）を含有する非晶質酸化物からなる透明導電膜である。

【0007】次に、電子注入金属層について説明する。電子注入金属層とは、発光層を含む有機層に良好に電子注入ができる金属の層であり、透明発光素子を得るためには、光線透過率が50%以上であることが好ましく、このためには膜厚を0.5~20nm程度の超薄膜とすることが望ましい。電子注入金属層としては、仕事関数が3.8eV以下の金属（電子注入性の金属）、例えば、 Mg 、 Ca 、 Ba 、 Sr 、 Li 、 Yb 、 Eu 、 Y 、 Sc などを用いて膜厚を1nm~20nmとした層を挙げることができる。この場合において、50%以上、特に60%以上の光線透過率を与える構成が好ましい。

【0008】陽極と陰極との間に介在する有機層は、少なくとも発光層を含む。有機層は、発光層のみからなる層であってもよく、また、発光層とともに、正孔注入輸送層などを積層した多層構造のものであってもよい。有機EL素子において、有機層は（1）電界印加時に、陽極又は正孔輸送層により正孔を注入することができ、かつ電子注入層より電子を注入することができる機能、

（2）注入した電荷（電子と正孔）を電界の力で移動させる輸送機能、（3）電子と正孔の再結合の場を発光層内部に提供し、これを発光につなげる発光機能などを有している。正孔注入輸送層は、正孔伝達化合物からなる層であって、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入輸送層を陽極と発光層との間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入される。その上、電子注入層より発光層に注入された電子は、発光層と正孔注入輸送層の界面に存在する電子の障壁により、この発光層内の界面近くに蓄積されてEL素子の発光効率を向上させ、発光性能の優れたEL素子とする。

【0009】陽極は、仕事関数が4.8eV以上の導電性を示すものであれば特に制限はない。仕事関数が4.8eV以上の金属又は透明導電膜（導電性酸化物膜）又はこれらを組み合わせたものが好ましい。陽極は、必ずしも透明である必要はなく、黒色のカーボン層等をコーティングしてもよい。好適な金属としては、例えば、 Au 、 Pt 、 Ni 、 Pd を挙げることができ、導電性酸化物としては、例えば、 In-Zn-O 、 In-Sn-O 、 ZnO-Al 、 Zn-Sn-O を挙げることができる。また、積層体としては、例えば、 Au と In-Zn-O の積層体、 Pt と In-Zn-O の積層体、 In-Sn-O と Pt の積層体を挙げることができる。また、陽極は、有機層との界面が仕事関数4.8eV以上であれば良いため、陽極を二層とし、有機層と接しない側に仕事関数4.8eV以下の導電性膜を用いてもよい。この場合、 Al 、 Ta 、 W 等の金属や Al 合金、 Ta-W 合金等の合金を用いることができる。また、ドーパされたポリアニリンやドーパされたポリフェニレンビニレン等の導電性高分子や、 $\alpha\text{-Si}$ 、 $\alpha\text{-SiC}$ 、 $\alpha\text{-C}$ などの非晶質半導体、 $\mu\text{C-Si}$ 、 $\mu\text{C-SiC}$ 等の微結晶なども用いることができる。更には、黒色の半導体性の酸化物である Cr_2O_3 、 Pr_2O_3 、 NiO 、 Mn_2O_3 、 MnO_2 等を用いることができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述したように、特開平10-162959号公報には、陰極を極薄の電子注入金属層と非晶質透明導電層で形成することにより、陰極側から光を取り出す技術が開示されている。しかながら、陽極に対する改善は行われていない。すなわち、上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極についての記述はない。単に、陽極には仕事関数4.8eV以上の導電性を示す金属または透明導電膜、あるいはその組み合わせを用いることが可能であると記されている。好適な金属として、 Au 、 Pt 、 Ni 、 Pd が上げられている。しかしながら、これらの金属は有機層との密着性が良好とはいえず、ダークスポット（非発光点）や不均一な発光を発生しやすい。さらには、これらの金属の微細加工技術は確立されておらず、高精細パターンニングは困難である。

【0011】

【課題を解決する為の手段】上述した従来の技術の課題に鑑み、本発明は上面側の陰極から効率的に光を取り出すために、有効な下面側の陽極構成を備えた有機エレクトロルミネッセンス素子を提供することを目的とする。かかる目的を達成するために以下の手段を講じた。即ち、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる有機エレクトロルミネッセンス素子において、前記陽極は、少なくとも有機層に接する部分

10

20

30

40

50

に周期律表の5族または6族に属する金属を含むことを特徴とする。好ましくは、前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、前記金属は仕事関数が4.8 eV未満である。又、前記陽極は反射率が40%以上である。前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出される。好ましくは、上から順に、前記陰極、前記有機層及び前記陽極が基板に対して積層されている。

【0012】本発明は、上述した有機エレクトロルミネッセンス素子を画素に利用した表示装置も包含している。即ち、本発明にかかる表示装置は、基本的に、画素を選択するための走査線と、画素を駆動するための輝度情報を与えるデータ線とがマトリクス状に配設され、各画素は、供給される電流量に応じて発光する有機エレクトロルミネッセンス素子と、走査線によって制御され且つデータ線から与えられた輝度情報を画素に書き込む機能を有する第一の能動素子と、該書き込まれた輝度情報に応じて該有機エレクトロルミネッセンス素子に供給する電流量を制御する機能を有する第二の能動素子とを含み、各画素への輝度情報の書き込みは、走査線が選択された状態で、データ線に輝度情報に応じた電気信号を印加することによって行われ、各画素に書き込まれた輝度情報は走査線が非選択となった後も各画素に保持され、各画素の有機エレクトロルミネッセンス素子は保持された輝度情報に応じた輝度で発光を維持可能である。前記有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極と、陰極と、両者の間に保持された有機層とからなり、前記有機層は該陽極から供給される正孔と該陰極から供給される電子との再結合によって発光する有機発光層を含んでいる。特徴事項として、前記陽極は、少なくとも該有機層に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含む。好ましくは、前記金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、前記金属は仕事関数が4.8 eV未満である。又、前記陽極は反射率が40%以上である。前記陽極は光反射性であり、前記陰極は光透過性であり、発光が主として陰極側から放出される。各画素は基板の上に集積形成されており、各画素に含まれる有機エレクトロルミネッセンス素子は該基板に対して上から順に、陰極、有機層及び陽極を積層したものである。

【0013】本発明によれば、有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極は、周期律表の5族または6族に属する金属からなる。これらの金属には、クロムや、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブ等の高融点金属が含まれる。これらの金属は仕事関数が4.8 eV未満であり、例えばクロムは4.5 eV、タングステンは4.6 eVとなっている。又、反射率は40%以上である。従来、陽極としては正孔を供給する必要性から仕事関数が4.8 eV以上と高目の金属（Au、Pt、N

i、Pd等）が用いられてきた。本発明は、これに代えて仕事関数が低めの5族または6族に属する金属（Cr、Mo、W、Ta、Nb等）を用いている。5族または6族に属する金属であっても、十分に正孔を供給できることが確認できた。寧ろ、クロム（Cr）等は、金（Au）等と比べて、欠陥が少なく加工性も優れており、有機エレクトロルミネッセンス素子の陽極材料として総合的に優れている。

【0014】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明にかかる有機エレクトロルミネッセンス素子の基本的な構成を示す断面図である。図示するように、本有機エレクトロルミネッセンス素子は、陽極Aと、陰極Kと、両者の間に保持された有機層10とからなる。有機層10は陽極Aから供給される正孔と陰極Kから供給される電子との再結合によって発光する有機発光層103を含んでいる。更に、正孔注入層101と正孔輸送層102を含んでいる。陰極Kは極薄の電子注入金属層11と透明導電層12の積層構造である。特徴事項として、陽極Aは、少なくとも有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含む。好ましくは、陽極金属はクロム、モリブデン、タングステン、タンタル及びニオブから選択される。又、陽極金属は仕事関数が4.8 eV未満である。例えばクロムは4.5 eV、タングステンは4.6 eVとなっている。これらの金属からなる陽極Aは反射率が40%以上である。即ち、陽極Aは光反射性であり、陰極Kは光透過性であり、発光が主として陰極K側から放出される。上から順に、陰極K、有機層10及び陽極Aが基板1に対して積層されている。尚、陽極Aは、単層純金属の他、積層若しくは合金であっても良い。基本的に、有機層10に接する部分に周期律表の5族または6族に属する金属を含んでいれば良い。陽極Aは、金属又は合金、或いはこれらの積層体である。

【0015】例えば、ガラス基板1上に陽極Aとしてクロムを膜厚200 nmで成膜し、その反射率を測定したところ、波長460 nmで67%であった。また、陰極Kとして、Mg:Agの合金からなる極薄の電子注入金属層11を膜厚10 nmで形成し、更に重ねて透明導電層12を200 nm成膜した。波長460 nmでこの積層陰極Kの透過率を測定したところ、53%であった。これらの陽極A及び陰極Kを用いて図示のように形成された有機EL素子の陽極-陰極間に8 Vの電圧を印加したところ、20 mA/cm²の電流が観測され、陰極K側から900 cd/m²の発光輝度が観測された。陽極A方向に向かった発光の相当量が反射されて逆進し、陰極K側から放射する。良好なキャリア注入特性および発光特性を確認することができた。また、発光面にダークスポットは見られなかった。

【0016】比較例として、図2に示す有機EL素子を

作成した。基本的には図1に示した構造と同様であり、対応する部分には対応する参照番号を付してある。異なる点は、陽極Aを透明導電膜のITOとして有機EL素子を作製した。このように作製した有機EL素子の陽極-陰極間に8Vの電圧を印加したところ $23\text{mA}/\text{cm}^2$ の電流が観測されたが、陰極K側からの発光輝度は $250\text{cd}/\text{m}^2$ と図1の有機EL素子に比べると小さいものであった。陽極A方向に伝搬した発光がほとんど反射せずにガラス基板1側に放出されたことを示している。以上の比較結果から明らかな様に、本発明により製造された有機EL素子は、有機発光層103で発生した発光を上面から効率的に取り出すことができるので、良好な上面発光を得ることが可能である。

【0017】以下、図3乃至図6を参照して本発明に係る有機EL素子の製造方法を詳細に説明する。本実施例では、金属からなる陽極としてクロムを用いた。クロムの仕事関数は、 4.5eV である。図3に示す様に、ガラス基板1上に、クロム(Cr)を膜厚 200nm でDCスパッタリングにより成膜する。スパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いて、圧力を 0.2Pa 、DC出力を 300W とした。通常のリソグラフィー技術を用いて、所定の形状にパターンニングする。エッチング液としてETCH-1(三洋化成工業(株)製)を用いて、加工する。所定の形状の陽極Aが得られる。クロムは前記エッチング液により高精度かつ再現性よく加工できる。さらに、加工精度が要求される場合は、ドライエッチングによる加工も可能である。エッチングガスとしては、塩素(Cl_2)と酸素(O_2)の混合ガスを用いることができる。特に、リアクティブイオンエッチング(RIE)を用いれば、高精度な加工ができ、かつエッチング面の形状の制御が可能である。所定の条件でエッチングすれば、テーパ状の加工が可能で、陰極-陽極間ショート

を低減できる。

【0018】次に、図4に示す様に、クロムが所定のパターンに加工された基板1上に絶縁層15を成膜する。絶縁層15に用いる材料は特に限定はないが、本実施例では二酸化珪素(SiO_2)を用いている。 SiO_2 はスパッタリングにより膜厚 200nm に形成する。成膜方法に、特に限定はない。通常のリソグラフィー技術を用いて、クロム上に開口を設ける様に SiO_2 を加工する。 SiO_2 のエッチングには、フッ酸とフッ化アンモニウムの混合液を使うことができる。また、ドライエッチングによる加工も可能である。前記開口部が、有機EL素子の発光部分となる。尚、前記絶縁層15は本発明に必要な不可欠なものでないが、陽極-陰極間ショートを防ぐためには設置することが望ましい。

【0019】続いて図5に示す様に、クロムと SiO_2 が形成されたガラス基板1を、真空蒸着装置に入れ、有機層10および陰極Kの金属層11を蒸着により形成する。ここで有機層10は、正孔注入層101として4、

4', 4"-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(MTDATA)、正孔輸送層102としてビス(N-ナフチル)-N-フェニルベンジジン(α -NPD)、発光層103として8-キノリノールアルミニウム錯体(AIq)を用いた。陰極Kの金属層11には、マグネシウムと銀の合金(Mg:Ag)を用いた。有機層10に属する各材料は、それぞれ 0.2g を抵抗加熱用のボートに充填して真空蒸着装置の所定の電極に取り付ける。金属層11のマグネシウムは 0.1g 、銀は 0.4g をボートに充填して、真空蒸着装置の所定の電極に取り付ける。真空チャンバを、 $1.0 \times 10^{-4}\text{Pa}$ まで減圧した後、各ボートに電圧を印加し、順次加熱して蒸着させる。蒸着には、金属マスクを用いることにより所定の部分のみ有機層10およびMg:Agからなる金属層11を蒸着させた。所定の部分とは、基板1上で、クロムが露出している部分である。クロムの露出している部分だけに高精度に蒸着することは困難であるので、クロムの露出している部分全体を覆うように(絶縁層15の縁にかかるように)蒸着マスクを設計した。まず、正孔注入層101としてMTDATAを 30nm 、正孔輸送層102として α -NPDを 20nm 、発光層103としてAIqを 50nm 蒸着した。さらに、マグネシウムおよび銀の共蒸着を行なうことにより、有機層10上に陰極Kの金属層11としてMg:Agを成膜する。マグネシウムと銀は、成膜速度の比を9:1としている。Mg:Agの膜厚を 10nm とした。

【0020】最後に、図6に示す様に、別の真空チャンバに移し、同じマスクを通して透明導電層12を成膜する。成膜にはDCスパッタリングを用いる。本実施例では、透明導電層12として室温成膜で良好な導電性を示すIn-Zn-O系の透明導電膜を用いる。成膜条件は、スパッタガスとしてアルゴンと酸素の混合ガス(体積比Ar: $\text{O}_2=1000:5$)、圧力 0.3Pa 、DC出力 40W とした。膜厚 200nm で成膜した。

【0021】陽極Aの材料としては、クロムの他、タングステンを用いても良い。この場合には、ガラス基板上に、タングステン(W)を膜厚 200nm でDCスパッタリングにより成膜する。スパッタガスとしてアルゴン(Ar)を用いて、圧力を 0.2Pa 、DC出力を 300W とした。続いてドライエッチングによりパターンニング加工した。エッチングガスとしては、 CF_4 または SF_6 を用いることができる。特に、リアクティブイオンエッチング(RIE)を用いれば、高精度な加工ができ、かつエッチング面の形状の制御が可能である。所定の条件でエッチングすれば、テーパ状の加工が可能で、陰極-陽極間ショートを低減できる。この後の工程は、クロムの場合と同じである。

【0022】次に、図7乃至図10を参照して有機EL素子の外観特性を説明する。図7は、陽極Aとしてクロ

ム(Cr)を用いた実施例の発光面を撮像したものである。発光面は2mm角であり、わずかにダークスポット(非発光点)が認められる。図8は、陽極Aとしてタンゲステン(W)を用いた場合の発光面を撮像したものである。同じく、わずかにダークスポット(非発光点)が認められる。図9は、陽極AとしてITOを用いた参考例の発光面を撮像したものであり、相当のダークスポット(非発光点)が認められる。図10は、陽極Aとして金(Au)を用いた参考例の発光面を撮像したものであり、大量のダークスポット(非発光点)が認められる。これは、金と有機層の密着性が悪いためである。

【0023】最後に、本発明に係る有機EL素子を画素に用いた表示装置を説明する。一般に、アクティブマトリクス型の表示装置では、多数の画素をマトリクス状に並べ、与えられた輝度情報に応じて画素毎に光強度を制御することによって画像を表示する。電気光学物質として液晶を用いた場合には、各画素に書き込まれる電圧に応じて画素の透過率が変化する。電気光学物質として有機エレクトロルミネッセンス材料を用いたアクティブマトリクス型の表示装置でも、基本的な動作は液晶を用いた場合と同様である。しかし液晶ディスプレイと異なり、有機ELディスプレイは各画素に発光素子を有する自発光型であり、液晶ディスプレイに比べて画像の視認性が高い、バックライトが不要、応答速度が速い等の利点を有する。個々の発光素子の輝度は電流量によって制御される。即ち、発光素子が電流駆動型或いは電流制御型であるという点で液晶ディスプレイ等とは大きく異なる。

【0024】液晶ディスプレイと同様、有機ELディスプレイもその駆動方式として単純マトリクス方式とアクティブマトリクス方式とが可能である。前者は構造が単純であるものの大型且つ高精細のディスプレイの実現が困難であるため、アクティブマトリクス方式の開発が盛んに行われている。アクティブマトリクス方式は、各画素に設けた有機EL素子に流れる電流を画素内部に設けた能動素子(一般には、絶縁ゲート型電界効果トランジスタの一種である薄膜トランジスタ、以下TFTと呼ぶ場合がある)によって制御する。このアクティブマトリクス方式の有機ELディスプレイにつき、一画素分の等価回路を図11に示す。画素PXLは有機EL素子OLED、第一の能動素子としての薄膜トランジスタTFT1、第二の能動素子としての薄膜トランジスタTFT2及び保持容量Csからなる。有機EL素子は多くの場合整流性があるため、OLED(有機発光ダイオード)と呼ばれることがあり、図ではダイオードの記号を用いている。図示の例では、TFT2のソースSを基準電位(接地電位)とし、OLEDの陰極KはVdd(電源電位)に接続される一方、陽極AはTFT2のドレインDに接続されている。一方、TFT1のゲートGは走査線Xに接続され、ソースSはデータ線Yに接続され、ドレ

インDは保持容量Cs及びTFT2のゲートGに接続されている。

【0025】PXLを動作させるために、まず、走査線Xを選択状態とし、データ線Yに輝度情報を表すデータ電位Vdataを印加すると、TFT1が導通し、保持容量Csが充電又は放電され、TFT2のゲート電位はデータ電位Vdataに一致する。走査線Xを非選択状態とすると、TFT1がオフになり、TFT2は電氣的にデータ線Yから切り離されるが、TFT2のゲート電位は保持容量Csによって安定に保持される。TFT2を介して有機EL素子OLEDに流れる電流は、TFT2のゲート/ソース間電圧Vgsに応じた値となり、OLEDはTFT2から供給される電流量に応じた輝度で発光し続ける。

【0026】上述したように、図11に示した画素PXLの回路構成では、一度Vdataの書き込みを行えば、次に書き換えられるまで一フレームの間、OLEDは一定の輝度で発光を継続する。このような画素PXLを図12のようにマトリクス状に多数配列すると、アクティブマトリクス型表示装置を構成することができる。図12に示すように、本表示装置は、画素PXLを選択するための走査線X1乃至XNと、画素PXLを駆動するための輝度情報(データ電位Vdata)を与えるデータ線Yとがマトリクス状に配設されている。走査線X1乃至XNは走査線駆動回路21に接続される一方、データ線Yはデータ線駆動回路22に接続される。走査線駆動回路21によって走査線X1乃至XNを順次選択しながら、データ線駆動回路22によってデータ線YからVdataの書き込みを繰り返すことにより、所望の画像を表示することができる。単純マトリクス型の表示装置では、各画素PXLに含まれる発光素子は、選択された瞬間にのみ発光するのに対し、図12に示したアクティブマトリクス型表示装置では、書き込み終了後も各画素PXLの有機EL素子が発光を継続するため、単純マトリクス型に比べ有機EL素子のピーク輝度(ピーク電流)を下げられるなどの点で、とりわけ大型高精細のディスプレイでは有利となる。

【0027】図13は、図11に示した画素PXLの断面構造を模式的に表している。但し、図示を容易にするため、OLEDとTFT2のみを表している。OLEDは、陽極A、有機層10及び陰極Kを順に重ねたものである。陽極Aは画素毎に分離しており、本発明に従って、例えばクロムからなり、基本的に光反射性である。陰極Kは画素間で共通接続されており、例えば、金属層11と透明導電層12の積層構造であり、基本的に光透過性である。かかる構成を有するOLEDの陽極A/陰極K間に順方向の電圧(10V程度)を印加すると、電子や正孔等キャリアの注入が起こり、発光が観測される。OLEDの動作は、陽極Aから注入された正孔と陰極Kから注入された電子により形成された励起子による

発光と考えられる。

【0028】一方、TFTはガラス等からなる基板1の上に形成されたゲート電極2と、その上面に重ねられたゲート絶縁膜3と、このゲート絶縁膜3を介してゲート電極2の上方に重ねられた半導体薄膜4とからなる。この半導体薄膜4は例えば多結晶シリコン薄膜からなる。TFTはOLEDに供給される電流の通路となるソースS、チャンネルCh及びドレインDを備えている。チャンネルChは丁度ゲート電極2の直上に位置する。このボトムゲート構造のTFTは層間絶縁膜5により被覆されており、その上にはソース電極6及びドレイン電極7が形成されている。これらの上には別の層間絶縁膜9を介して前述したOLEDが成膜されている。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、陰極である上部電極側から、発光層で発生した光を効率的に取り出すことができる。陽極に透明導電膜よりも反射率の高い金属を使うことで、陽極側に伝達した光を反射させて上部電極側より取り出す。又、本発明では、良好な発光効率を得られる。陽極に透明導電膜（例えばITO）を用いた場合と略同等の正孔注入効率がある。更に、発光時に見られるダークスポット（非発光点）の発生が少ない。加えて、陽極のパターニングを高精度に行うことが可能である。高精細ディスプレイを容易に製造することが可能である。更に、構造およびプロセスが単純である。従来の様に陽極をITOとした場合、その下に金属などの反射層を入れることもできるが、本発明より構造およびプロセスが複雑になる。又、光を上面電極側から効率的に取り出すことが可能であるので、例えばTFTが形成されたガラス基板上に開口率の高い有機EL素子を作製することができる。下部電極から光を取り出す場合、TFTは光を通さないの、開口率は数%しか得ることができない。したがって、本発明により有機EL*

* L素子を用いて高性能なアクティブマトリクス方式のディスプレイを作製することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる有機EL素子の基本的な構成を示す断面図である。

【図2】参考例にかかる有機EL素子の構成を示す断面図である。

【図3】本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

10 【図4】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図5】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図6】同じく、本発明にかかる有機EL素子の製造方法を示す工程図である。

【図7】有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図8】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

20 【図9】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図10】同じく、有機EL素子の発光面を示す拡大平面図である。

【図11】本発明に係る表示装置の一面素分を示す等価回路図である。

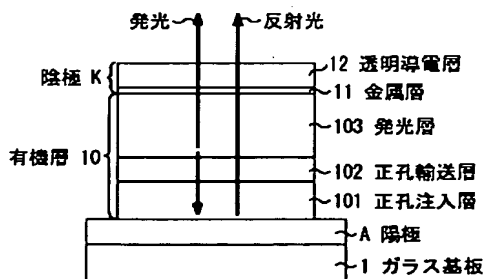
【図12】本発明に係る表示装置の全体構成を示すブロック図である。

【図13】本発明に係る表示装置の構造を示す断面図である。

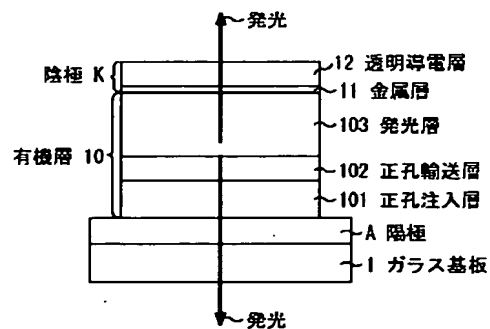
30 【符号の説明】

1・・・ガラス基板、10・・・有機層、11・・・金属層、12・・・透明導電層、15・・・絶縁層、103・・・発光層、A・・・陽極、K・・・陰極

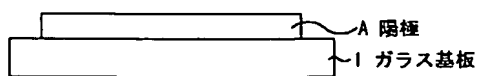
【図1】



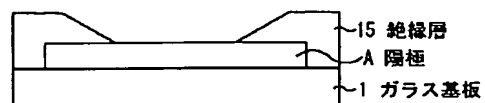
【図2】



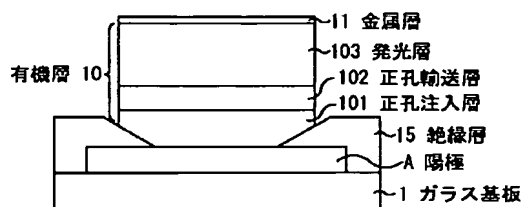
【図3】



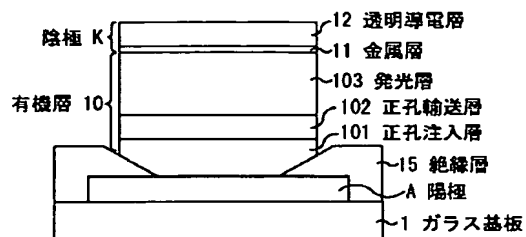
【図4】



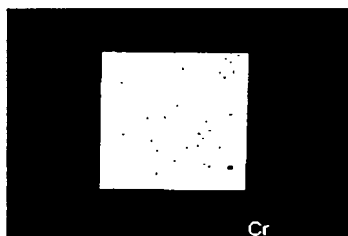
【図5】



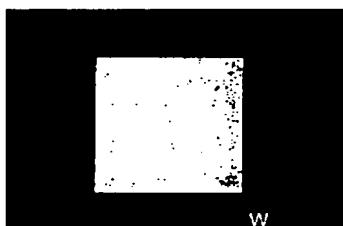
【図6】



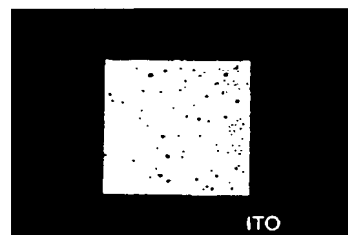
【図7】



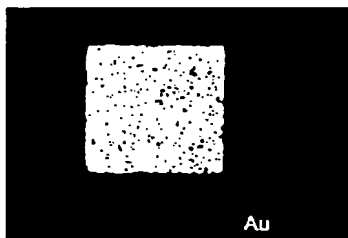
【図8】



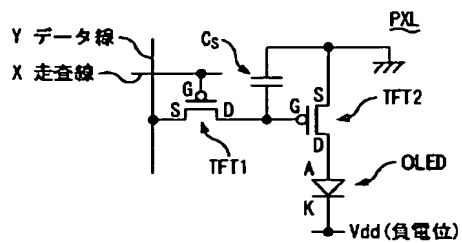
【図9】



【図10】



【図11】



A detailed cross-sectional diagram of an OLED display structure. The diagram shows a multi-layered architecture. At the base is a thick layer labeled '1 ガラス基板' (Glass substrate). Above this is a thin layer '3 ゲート絶縁膜' (Gate insulating film). Below the gate insulating film, there is a layer '4 半導体薄膜' (Semiconductor thin film) which contains a region labeled 'TFT2'. Above the gate insulating film, there is a layer '5 層間絶縁膜' (Interlayer insulating film). On top of the interlayer insulating film, there are several electrodes: '2 ゲート電極' (Gate electrode) and '7 ドレイン電極' (Drain electrode). Above the drain electrode, there is a layer '9 層間絶縁膜' (Interlayer insulating film). On top of this, there is a layer '10 有機層' (Organic layer). Above the organic layer, there is a layer '11 金風層' (Gold layer). On top of the gold layer, there is a layer '12 透明導電層' (Transparent conductive layer). The top surface of the transparent conductive layer is labeled 'OLED'. Other labels include '6 ソース電極' (Source electrode) and 'K陰極' (Cathode).

(72)発明者 千葉 安浩
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72)発明者 浅野 慎
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB03 AB18 BA06 CA01 CB01
DA00 DB03 EB00 FA01 GA00
5C094 AA05 AA14 AA43 AA60 BA03
BA27 CA19 DA09 EA05 EB02
FB01